

補助事業番号 2021M-163

補助事業名 2021年度 嚥下障害者への安全な食提供に繋げる“トロミ度”検出機器開発

補助事業

補助事業者名 岩手医科大学 齊藤桂子

1 研究の概要

急速に高齢化が進んでいる我が国では、“飲み込み”を意味する嚥下の障害を有する方に対するケアは、病院ではなく家庭に移行しています。嚥下の障害を有する方の治療やケアで大事になるのは、様々な職種の方による連携した介入であるとされます。実際、我が国では支援チームによる支援計画の立案などを強く推奨しており、個々の障害を有する方そして支えるご家族が安心して生活できる社会作りを目指して、支援チームの介入は加速しています。ただ、チームで活動をする時には、チームのメンバーには共通の認識が必要となります。このチームで共有すべきことは、嚥下の障害を有する方を取り巻く様々な情報で、垣根がない治療や対応を実施するためには認識の共有はとても重要です。

嚥下の障害を有する方の“今”を共有するには、障害の程度や病院で治療方法を知る必要があります。障害の程度を知る技術は、内視鏡や造影検査などが開発・実用化されることで飛躍的に進歩してきました。しかし、治療方法は数値化することが簡単ではありません。例えば、障害がある方に行う訓練食がありますが、その名称がヒトによって違っていることが多く、現場の声としてしばしば聞かれるシームレスな介入の弊害となっております。

嚥下の障害を有する方で気をつけないといけないのが誤嚥（ごえん）です。健康な人では、気道に物が入ると反射的にむせたり咳をしたりして排出できますが、その働きが弱まると、気道に入り込んでしまいます。このリスクを軽減するためのとろみ付けが現場では行われますが、製品によって混ぜる量が異なり、説明書にはケチャップ状やポタージュ状などの記載が多く、介護者によって作成した濃度が異なりシームレスな介入の弊害となっております。

これらのことから、補助事業者らは、在宅で簡単に安価で提供できる“とろみ度”計測のための粘度計を目指して研究開発を行ってきました。その中で、今まで使われてきた技術を改良するのではなく、全く異なる考え方として、攪拌棒に触圧センサを設置し、食品や飲料水を混ぜる際に生じる力を記録出来るシステムを設計しました。このシステムで食品や飲料水の粘度を測定すると、高い精度での粘度検出を実現することが出来ました。

2 研究の目的と背景

嚥下障害がある方がおられるご家庭では、水分を取るという生きるために必ず必要不可欠な行為が、誤嚥を起こす可能性が高いこともあり、気を遣われていると思います。トロミ剤が使われることも多いかと思いますが、メーカーの違いで作り方が全く異なり困惑させていることも多いかと思います。そこで、安心して安定した“とろみ”がついた食事を提供できるように、ご家庭で簡単に“とろみ”度が分かる機器を提供しようと思っております。そのために、各家庭で導入して頂ける安価で、そして何よりコンパクトで使いやすい粘度計を開発することを目的として研究です。

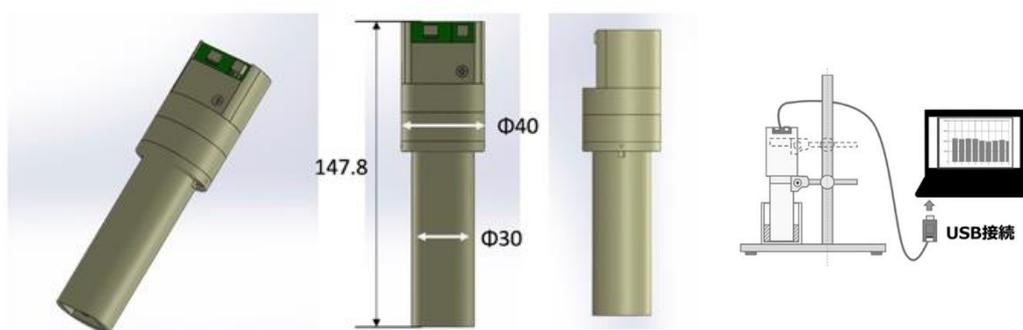
3 研究内容

小型粘度計開発に関する研究

(<https://www.iwate-med.ac.jp/research/sangakukan/>)

(<https://iwate-oralphysio.net/contents/jka/index.html>)

小型化を実現するために、センサ面に対して様々な角度から加えた力を知ることが可能なセンサを用いました。このセンサは、物体を回転させる力を意味するモーメントも知ることが出来るセンサです。このセンサを溶液を攪拌する際に回転させる棒に設置し、棒に加わった力を記録させます。船を漕ぐときのオールを想像してください。船の速度をあげようとする、オールが重くなると思いますが、この重さを力・モーメントとしてセンサで検出しようと試みました。



粘度計設計図とシステム構成図

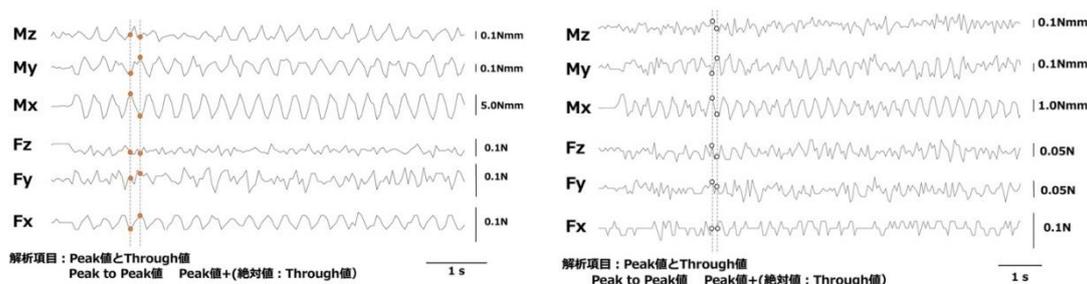
試作しました粘度計のデザインを上図に示します。全長は147.8mm、直径は30-40mmの筒の中に、センサと回転させるための小型モータ、攪拌棒を埋め込んだ形状としています。粘度測定の結果は、ケーブルを介してパーソナルコンピュータにUSB接続で入力させ、専用のソフトウェアで結果をみられるようにしました。

とろみ(粘度)は、Pa·s(パスカル秒)という単位で表記されます。市販されている粘度計も、この単位で表記されるのが通常です。今回試作しました粘度計は、触圧センサからの出力ですので、単位は異なります。この試作粘度計からは、垂直・水平・前後方向に加わった力ではN(ニュートン)として、モーメントを出力する際はNmm(ニュートンミリ)となります。

試作しました粘度計の有用性評価を行うために、試作粘度計と共同研究機関である新潟大学工学部に設置されているレオメータ(MCR 702e MultiDrive, Anton Paar)を用いて検証を行いました。レオメータというのは、食品や飲料水の粘度を測定する器械です。高精度な測定を実現することが可能ですが、導入するための費用は非常に高額ですので、皆様の家庭や施設などに常において頂くことが可能な機器ではありません。本研究開発では、試作粘度計とレオメータを使って、ニュートン流体(与える力によって粘度の変わらない: 蜂蜜やグリセリンや水など)と非ニュートン流体(与える力の掛け方によって粘度が変化する: バター、マーガリン、各種とろみ剤を溶かした溶液など)の2種類を対象に検証を行いました。ニュートン流体としてグリセリンを、非ニュートン流体としてトロミアップパーフェクト®(日清オイリオ)とつるりんこQuickly®(株式会社クリニコ)、とろみエール®(アサヒグループ食品)のとろみ調整食品は、水を溶媒としてハンドミキサーを用いて丁寧に

攪拌し、完全に溶解させた溶液を対象としました。

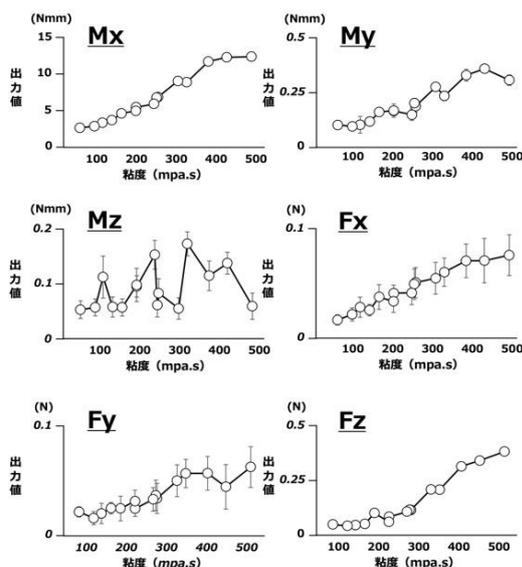
左下にニュートン流体であるグリセリンを、右下に非ニュートン流体であるトロミアップパーフェクト®を計測した結果を示します。どちらの溶液でも、垂直・水平・前後方向に加わった力、3種類のモーメントは安定した出力を示しました。



開発した粘度計から得られた出力（左：グリセリン 右：市販とろみ材）

実験では、トロミアップパーフェクト®は、全部で15種類の異なる濃度の溶液を作成しました。まず、この15種類の溶液の粘度をレオメータにて測定しました。その結果、28.75, 66.15, 86.07, 110.35, 134.54, 140.35, 171.67, 217.46, 224.08, 227.34, 278.25, 300.39, 355.85, 402.28, 465.56 mpasの値を示しました。それぞれの数値が、横軸の

値となっています。縦軸は、試作粘度計から出力を示します。このグラフでは、比例関係を示せば、レオメータの値に類似した値を出力していることになり、検証結果としては良好であると言えます。特にMxに注目してください。船のオールの重さを意味する垂直方向に対するモーメント(Mx)が、非常に綺麗な比例関係にあることがグラフから読み取れると思います。また、水平方向のモーメント(My)も同様に比例関係にあることが分かります。前後方向の力(Fz)も比例関係にあることがグラフから読み取れます。同様の実験を、つるりんこQuickly®、とろみエール®を対象に行いました。その結果、ほぼ同様の結果が得られました。



今回、ご支援を頂きまして実施した研究により、①持ちやすさと軽量化 ②小型化 ③限定した機能による簡便さ ④低い価格帯の4項目を実現させることを目指し、既存技術や概念とは全く異なる手法として、多軸触圧センサをシステムの中心に据え、攪拌時に加わる力とモーメントを検出することで、高い精度そして安定した粘度検出を実現することが出来ました。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

摂食嚥下障害者を有する各家庭で、開発したマドラーにて攪拌並びにトロミ度の確認を行いながらトロミ付けを行うことで、普段使いとは異なるトロミ剤を購入していたとしても、個々の摂食嚥下障害者に適したトロミ度で食提供することが可能となります。これにより、誤嚥によるリスクを軽減するだけでなく、介護者の安心を得ること、介護負担軽減の両面の確保が期待できます。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

実施責任者は、歯科医師免許を取得して歯科臨床に従事しております。小児歯科・障害者歯科学分野に所属し、小児または障害者を専門とした臨床活動を行ってきました。それに加えて、摂食嚥下障害の早期発見に繋がるスクリーニング方法の開発に着手し、その課程で臨床現場での現場からの声を聞き粘度計の必要性を把握しました。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許出願準備中(仮名 小型粘度計:齊藤桂子・黒瀬雅之・森川和政・熊谷美保 発明人、学校法人 岩手医科大学、株式会社タッチエンス 出願人)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

岩手医科大学産学管連携への取り組み (<https://www.iwate-med.ac.jp/research/sangakukan/>)
[岩手医科大学病態生理学分野ホームページ](#)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 岩手医科大学歯学部(イワテイカダイガクシガクブ)

住 所: 〒020-8505

岩手県盛岡市内丸19-1

担 当 者: 助教 齊藤 桂子 (サイトウケイコ)

担 当 部 署: 小児歯科学・障害者歯科学分野

(ショウニシカガクブンヤ・ショウガイシヤシカガクブンヤ)

E - m a i l: ksaito@iwate-med.ac.jp

U R L: https://www.iwate-med.ac.jp/education/gakubu_in/dent_kouza/syonisi/